International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)
Peer-Reviewed Journal
ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O)
Vol-9, Issue-11; Nov, 2022
Journal Home Page Available: https://ijaers.com/
Article DOI: https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.911.32

Time series analysis in epidemiological studies using the R language

Análise de séries temporais em estudos epidemiológicos utilizando a linguagem R

Anderson Lineu Siqueira dos Santos[1], Layna de Cassia Campos Cravo[2], Fabricio Gonçalves Cordeiro[3], Maria de Fátima Pinheiro Carrera[4], Claudia Ozela El-Husny[5], Rubia Rodrigues Neves Yasutake[6], Emerson Glauber Abreu dos Santos[7], Alzinei Simor[8], Evelyn Tayana Maciel Mendonça[9], Thiago Souza Corrêa[10], Tatyellen Natasha da Costa Oliveira[11]

[1]Doutor em Biologia Parasitária na Amazônia - UEPA, Universidade do Estado do Pará, UEPA, Belém, Pará, Brasil
[2]Mestre em Epidemiologia e Vigilância em Saúde – IEC, Faculdade Maurício de Nassau, Belém, Pará, Brasil
[3]Mestre em Biologia de agentes infecciosos e parasitários – UFPA, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil
[4]Doutora em Enfermagem – EEAN/UFRJ, Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará, Brasil
[5]Mestre em Enfermagem – UEPA/UFAM, Centro Universitário Metropolitana da Amazônia – UNIFAMAZ, Belém, Pará, Brasil
[6]Mestre em enfermagem – UEPA/UFAM, Faculdade Integrada da Amazônia – FINAMA, Belém, Pará, Brasil
[7]Especialista em Epidemiologia e Vigilâncias em Saúde – UNILEYA, Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará, Brasil
[8]Mestre em Enfermagem – UEPA/UFAM, Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará, Brasil
[9]Mestre em enfermagem – UFPA, Serviço Nacional de aprendizagem comercial, Belém, Pará, Brasil
[10]Especialista em Terapia Intensiva – AMIB e em Enfermagem Dermatológica com Ênfase em Lesões – UEPA, Hospital de Pronto Socorro Municipal Humberto Maradei Pereira, Belém, Pará, Brasil
[11]Doutoranda em Epidemiologia em Saúde Pública - FIOCRUZ, Instituto Evandro Chagas, IEC, Ananindeua, Pará, Brasil

Received: 23 Oct 2022,

Received in revised form: 10 Nov 2022,

Accepted: 16 Nov 2022,

Available online: 20 Nov 2022

***Keywords*— Time Series Studies; Ecological Studies; Temporal Distribution; Epidemiological Studies; Statistical models.**

***Palavras-chave* — Estudos de Séries Temporais; Estudos Ecológicos; Distribuição Temporal; Estudos Epidemiológicos; Modelos estatísticos.**

Abstract *— Objective: To present a script script to use the RStudio software for decomposition of time series in epidemiological studies using the R language. Materials and methods: The data used in this study to demonstrate the applicability of the R environment in the analysis and decomposition of time series were extracted from DATASUS, and composed of data on mortality from infectious diseases in Brazil and in the North Region, considering deaths by residence, from 1996 to 2019. The data were analyzed using the R language through the RStudio software Version 2022.02.1 . Results: Time series were analyzed using the R language and decomposed into their trend, seasonality and noise components. The seasonality graphs were isolated to understand the variation in the behavior of mortality from infectious diseases in the North Region when compared to data from Brazil distributed in the months of the year. Conclusion: Using RStudio, it was possible to analyze and decompose a large volume of data to build a 25-year time series, subdivided into monthly periods. Allowing the customization of graphic elements and their plotting.*

***Resumo* — *Objetivo:* Apresentar um roteiro de script para usar o software RStudio para decomposição de séries temporais em estudos epidemiológicos utilizando a Linguagem R. Materiais e métodos: Os dados usados nesse estudo para demonstrar a aplicabilidade do ambiente R na análise e decomposição de série temporal foram extraídos do DATASUS, e composto por dados de mortalidade por doenças infecciosas no Brasil e na Região Norte, considerando óbitos por residência, no período de 1996 a 2019. Os dados foram analisados utilizando a Linguagem R por meio do software RStudio Versão 2022.02.1. Resultados: As series temporais foram analisadas utilizando a linguagem R e decompostas em seus componentes de tendência, sazonalidade e ruídos. Os gráficos de sazonalidade foram isolados para compreensão da variação de comportamento da mortalidade por doenças infecciosas na Região Norte quando comparada aos dados do Brasil distribuída nos meses do ano. **Conclusão:** Com a utilização do RStudio foi possível analisar e decompor um grande volume de dados para construir uma série temporal de 25 anos, subdivididas em períodos mensais. Possibilitando a customização dos elementos gráficos e sua plotagem.*

I. INTRODUÇÃO

Série temporal é definida como uma coleção de dados quantitativos observados de forma ordenada em um determinado intervalo de tempo, analisados segundo sua distribuição no tempo [1,2].

Também chamada de série histórica, em epidemiologia, possui a capacidade de monitorar indicadores de saúde e prever cenários em um contexto de saúde pública [3]. Para tal, se utiliza de diversas técnicas de análise de séries temporais, partindo de dados passados com a finalidade de modelar eventos futuros, construindo uma função matemática para demonstrar a correlação entre o comportamento da variável e o tempo [3,4].

A modelagem de séries temporais amplia as possibilidades de intervenções em saúde a partir da identificação e compreensão do comportamento de determinados eventos no tempo, e de que forma esse comportamento impacta na população analisada [5].

Uma série temporal pode ser composta de tendência, ciclo, sazonalidade e um componente aleatório (ruídos), sendo a tendência o aumento ou diminuição da ocorrência ao longo do tempo por um período constante; a sazonalidade uma frequência fixa ancorada no tempo, que pode ser em intervalos mensais, trimestrais, semestrais ou anuais. O componente cíclico se diferencia da sazonalidade pelo seu caráter eventual e espaçado em relação ao tempo, e o componente aleatório representa influências não relacionadas aos outros três componentes [6,7].

Assim, decompor uma série temporal significa separar a série temporal nesses componentes, permite-se uma análise individualizada de cada um deles, ampliando a compreensão dos fenômenos ao longo do tempo e estimando o comportamento do evento em momentos futuros, a partir da sua tendência, variação sazonal ou cíclica, e dimensão do componente aleatório [1,2,6].

Há uma série de técnicas estatísticas disponíveis para análise de uma série temporal, e diversos pacotes de softwares estatísticos disponíveis no mercado para realização destas análises, entretanto, o alto custo de aquisição e complexidade dos parâmetros para execução se caracterizam como um obstáculo para estudantes e pesquisadores que almejem trabalhar com estudos ecológicos do tipo série temporal. Softwares estatísticos amplamente conhecidos, como *IBM® SPSS® Statistics* e o *Minitab® Statistical Software*, apresentam um alto custo de aquisição, que pode variar entre 1.188,00 dólares americanos (SPSS) e 1.610,00 dólares americanos (Minitab) para uma licença individual anual da versão básica, sem os módulos específicos para análise preditiva [8,9].

Este artigo se propõe apresentar um roteiro de script para usar o software RStudio para decomposição de séries temporais em estudos epidemiológicos utilizando a Linguagem R. R é uma linguagem de programação multi-paradigma orientada a objetos, programação funcional, dinâmica, fracamente tipada, voltada à manipulação, análise e visualização de dados. O RStudio é um software livre de ambiente de desenvolvimento integrado para R. O RStudio é um ambiente de software livre e aberto de desenvolvimento integrado para R, para computação estatística e gráficos que fornece uma ampla variedade de

técnicas estatísticas, incluindo modelagem linear e não-linear, testes estatísticos clássicos, agrupamentos, classificações, análise de séries temporais, entre outras [10]. Sendo a análise de series temporais o objeto de estudo desta pesquisa.

II. METODOLOGIA

Fonte dos dados

Os dados usados nesse estudo para demonstrar a aplicabilidade do ambiente R na análise e decomposição de série temporal como exemplo, foram extraídos do DATASUS, utilizando do aplicativo TabNet, que é um tabulador genérico de domínio público que permite organizar dados de forma rápida, conforme a consulta que se deseja tabular.

O banco de dados é composto por dados de mortalidade no Brasil e na Região Norte, considerando óbitos por residência, no período de 1996 a 2019, que correspondiam ao capítulo do CID-10: "I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias".

Os dados foram importados do aplicativo TabNet no formato ".csv" e foram copiados par uma página no Google Sheet, organizados em quatro colunas, a saber: coluna 1 – ano; coluna 2 – mês; coluna 3 – obito_norte; coluna 4 – obito_brasil. E novamente baixados no formato ".csv".

Análise dos dados

Os dados foram analisados utilizando o RStudio Versão 2022.02.1. Esse processo foi realizado utilizando cinco etapas dentro do ambiente do software.

A figura 1 apresenta a interface do RStudio, onde A é a tela de scripts e arquivos, B é tela de objetos, história e ambiente, C é a tela do console R e D é a tela de árvore de pastas, janela de gráfico, pacotes, janela de ajuda, visualizador.
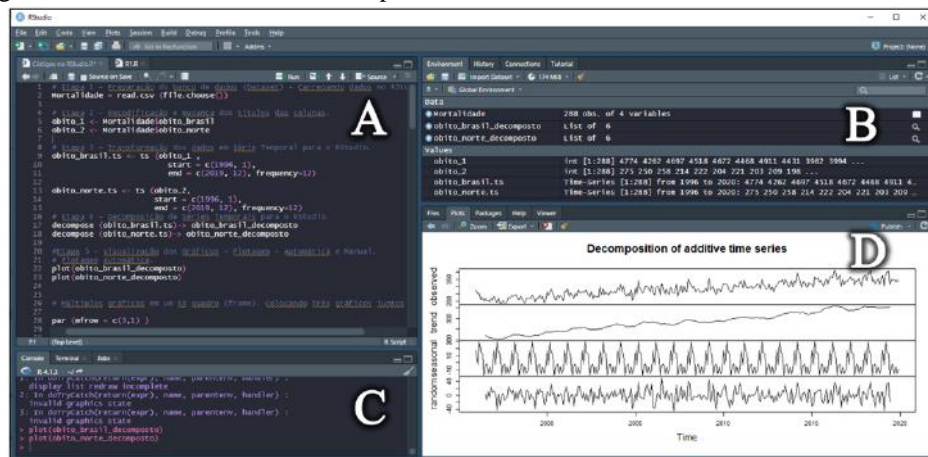
Fig.1 - Interface do sofware RStudio.

O script completo está disponibilizado em arquivo suplementar que pode ser arrastado para a janela do RStudio, ou as linhas de código podem ser carregadas linha por linha.

III. RESULTADOS

Abaixo estão as etapas com seus respectivos comandos para serem inseridos no ambiente do RStudio.

Etapa 1 – Preparação do banco de dados (Dataset) – Carregando dados no RStudio.

Nesta etapa inicial, a planilha do Excel na extensão ".csv" deve ser carregada no RStudio utilizando o comando:

Mortalidade = read.csv (file.choose())

Ao executar o comando, uma guia do Explorador de Arquivos do Windows será aberta, na qual procura-se a pasta e o arquivo que deseja carregar no RStudio.

O termo "Mortalidade", é o nome que foi atribuído ao banco de dados quando carregado no RStudio. Esse é um novo nome para o arquivo que será carregado, atribuído livremente pelo pesquisador.

Utiliza-se "read.csv" se o banco de dados no Excel na extensão ".csv" apresentar como separador somente vírgula (","). Ou, utilize "read.csv2" se o banco de dados no Excel na extensão ".csv" apresentar como separador porto e vírgula (";").

Etapa 2 – Recodificação e mudança dos títulos das colunas.

Comando:

obito_1 <- Mortalidade$obito_brasil

obito_2 <- Mortalidade$obito_norte

O comando para recodificar e mudar os títulos da coluna dentro do banco de dados "Mortalidade". "obito_1", é o

nome que foi atribuído ao título da coluna em substituição do título anterior da coluna “obito_brasil” na planilha “Mortalidade”. “obito_brasil”, era o nome original do título da coluna dentro do banco de dados de “Mortalidade”.

Etapa 3 – Transformação dos dados em Série Temporal para o RStudio.

Comando para transformar os dados de “Mortalidade” em Série Temporal para o RStudio:

```
obito_brasil.ts <- ts (obito_1 ,
                 start = c(1996, 1),
                 end = c(2019, 12), frequency=12)

obito_norte.ts <- ts (obito_2,
                 start = c(1996, 1),
                 end = c(2019, 12), frequency=12)
```

O termo “obito_brasil.ts”, foi atribuído à série temporal de acordo com cada variável escolhida dentro do banco de dados “Mortalidade”. “obito_1” é o nome da variável de referência para a criação da série temporal. “start = c(1996, 1)” foi utilizado para determinar o início do período da série temporal, com ano e mês. “end = c(2019, 12), frequency=12)" utilizado para determinar o término do período da série temporal, com ano, mês e frequência. O ano, mês e frequência podem ser modificados de acordo com o que se está trabalhando na série temporal.

Etapa 4 – Decomposição de Séries Temporais para o RStudio.

Comando:

```
decompose (obito_brasil.ts)-> obito_brasil_decomposto
decompose (obito_norte.ts)-> obito_norte_decomposto
```

“decompose ()” é a função para decompor a série temporal “obito_brasil.ts”. “obito_brasil_decomposto”, é o nome que será atribuído a série temporal “obito_brasil.ts” decomposta.

Etapa 5 – Visualização dos Gráficos - Plotagem - Automática e Manual.

A visualização do dos gráficos da decomposição da série temporal pode ser realizada de duas formas: por meio da plotagem automática ou por meio da plotagem manual.

Para visualização por Plotagem Automática, o comando a ser utilizado é:

```
plot(obito_brasil_decomposto)
plot(obito_norte_decomposto)
```

A plotagem automática criará quatro gráficos em uma única imagem: “Observado” (real), que é a série temporal, e sua decomposição em “Tendência”, “Sazonalidade” e “Ruídos” (variações aleatórias). “plot()", é função utilizada para criar, de forma automática, gráfico de visualização da decomposição da série criada. “obito_brasil_decomposto”, é o nome da série temporal decomposta.

A figura 2A apresenta os gráficos gerados utilizando o banco de dados de mortalidade por doenças infecciosas no Brasil, e a figura 2B apresenta as mesmas informações referente ao banco de dados de mortalidade por doenças infecciosas da Região Norte.

Uma das desvantagens da plotagem automática é a inclusão automática de termos em inglês (*observed, trend, seasonal, Randon, time*, etc.) e a limitação de informações fornecidas pelo sistema.

Na plotagem manual, é possível editar os eixos X e Y (tempo e valores), customizar títulos, linha de média, linhas de divisão sazonal, e decompor períodos específicos dentro da série temporal. Na plotagem manual serão criados três gráficos, sendo um a série temporal bruta, outro a tendência e o último a sazonalidade.

Para visualização do gráfico de toda a série temporal bruta por plotagem manual dos dados de mortalidade por doenças infecciosas no Brasil, o comando a ser utilizado foi:

```
plot.ts (obito_brasil.ts,
         las = 1,
         xlim = c(1996, 2019),
         xlab = "Ano", adj=0.5 ,
         ylab = "Frequência")
         abline (h = mean (obito_brasil.ts ),
         col = "green", lty = 2)
         mtext ("Número de Óbito por Ano - Brasil", adj = 0)
```

“plot.ts ()”, função utilizada para criar gráficos, de forma manual, de séries temporais. “obito_brasil.ts” é a série temporal criada anteriormente. “las =”, ajusta a direção dos rótulos, para paralelos (=1) ou perpendiculares (=2) ao eixo. “xlim = ”, adiciona os limites do eixo “x”. “c(2012, 2019)”, igual a: c(limite inferior, limite superior). “xlab =”, título do eixo “x”. “adj=”, ajusta o alinhamento do texto: adj=0.5 para alinhamento centralizado; adj=0 para alinhamento esquerdo/inferior; adj=1 para alinhamento superior/direito. “ylab =”, título do eixo “y”. Atribuição livremente pelo pesquisador. “abline ( )”, adiciona uma linha de referência em um gráfico. “h = mean”, faz a média dos dados, posicionando na linha das médias horizontalmente (h).

Para plotar os gráficos da região Norte usou-se o mesmo comando, fazendo as devidas alterações.

Para visualização do gráfico de tendência por plotagem manual dos dados de mortalidade por doenças infecciosas no Brasil, o comando utilizado foi:

```
plot (obito_brasil_decomposto$trend,
        las = 1,
        xlim = c(1996, 2019),
        xlab = "Ano", adj=0.5,
        ylab = "Frequência")
        abline (h=mean(obito_brasil.ts),
        col = "green", lty = 2)
        text  (1996 , mean(obito_brasil.ts),
        "Média de óbito por Mês", adj = 0)+2
        mtext ("Tendência - Brasil", adj = 0)
```

"obito_brasil_decomposto$trend,", dados já decompostos anteriormente, especificando somente a tendência (trend). "text ()" adiciona um texto. "1996" é a posição com referência ao eixo "x" onde o texto será inserido na linha da média. "mean(obito_brasil.ts),", apresenta a média da série temporal "obito_brasil.ts". "Média de óbito por Mês", texto que aparecerá na linha da média. "+2", posição do texto em relação a linha da média.

Para plotar os gráficos da região Norte usou-se o mesmo comando, fazendo as devidas alterações.
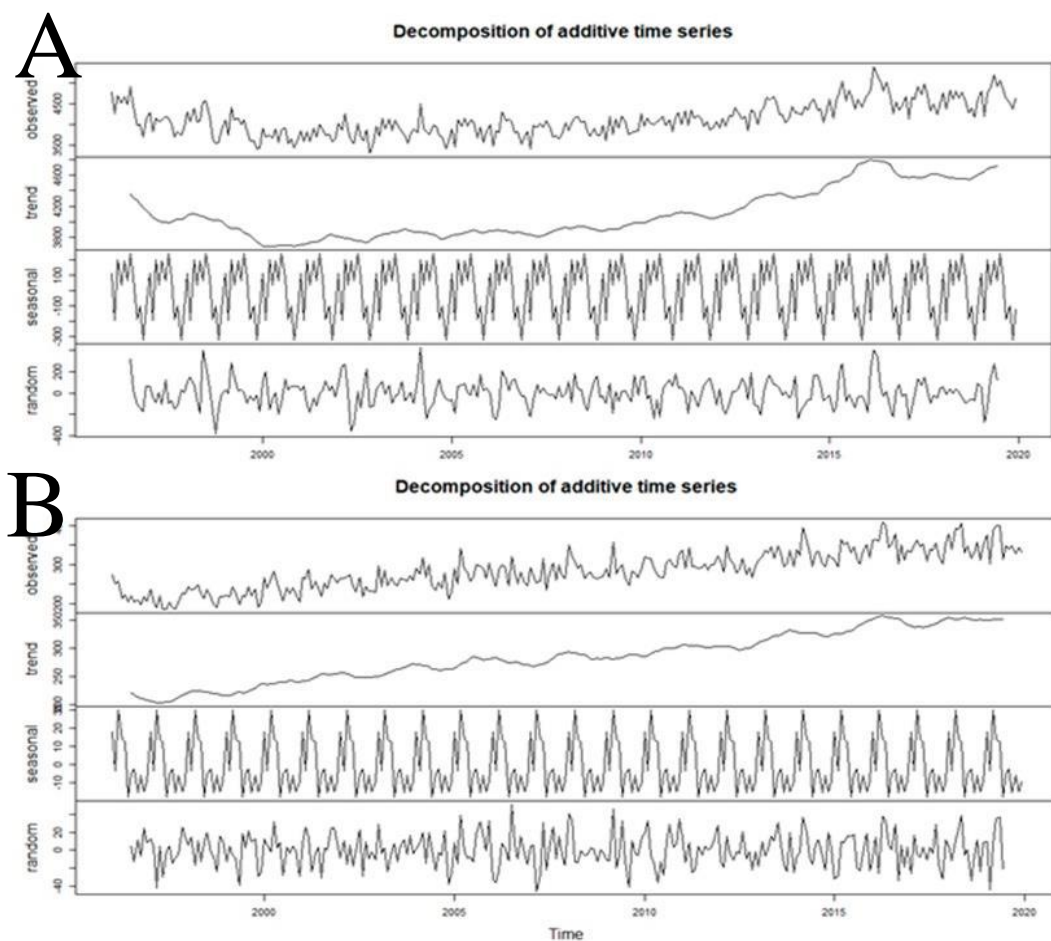
Fig. 2 – Gráficos de séries temporais de mortalidade por doenças infecciosas no Brasil (A) e na região Norte (B) no período de janeiro de 1996 a dezembro de 2020.

Para visualização do gráfico de variação sazonal por plotagem manual dos dados de mortalidade por doenças infecciosas no Brasil, o comando utilizado foi:

```
plot (obito_brasil_decomposto$seasonal,
        las = 1,
        xlim = c(1996, 2019),
        xlab = "Ano",
        ylab = "Incidência Relativa",
        ylim = c(-400,300) )
```

abline (h = 0, col = "green", lty = 2)

abline (v = seq (from = 1996, to = 2019 , by = 1),

col = 'tomato', lty = 4)

mtext ("Seasonal variation", adj = 0)

"v =", adiciona linhas verticais na função "abline( )". "from = 1996, to = 2019", intervalo dos períodos em que cada linha vertical será adicionada. "by =", define de quantos períodos deve aparecer alinha. "by = 1": todos os períodos, no caso, todos os anos. "by = 2": de dois em dois períodos, no caso, de 2 em 2 anos.

Para plotar os gráficos da região Norte usou-se o mesmo comando, fazendo as devidas alterações.

A figura 3A apresenta os gráficos gerados por plotagem manual utilizando o banco de dados de mortalidade por doenças infecciosas no Brasil, e a figura 3B apresenta as mesmas informações referente ao banco de dados de mortalidade por doenças infecciosas da Região Norte.
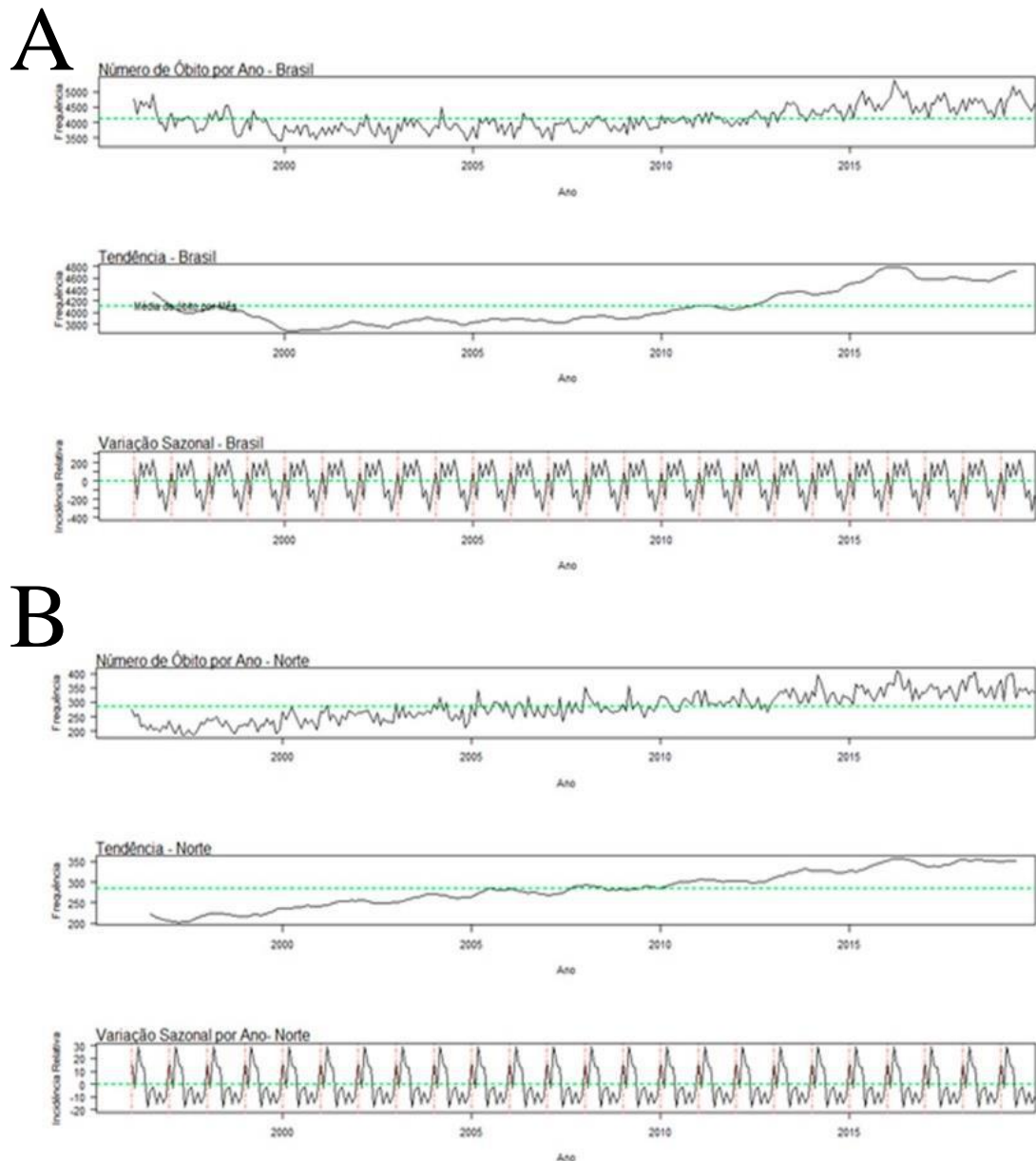
Fig.3 – Gráficos de séries temporais de mortalidade por doenças infecciosas no Brasil (A) e na região Norte (B) no período de janeiro de 1996 a dezembro de 2020.

Ao isolar os gráficos de sazonalidade, é possível perceber a variação de comportamento da mortalidade por doenças infecciosas na Região Norte quando comparada aos dados do Brasil como um todo. A visualização gráfica dos

dados é mais informativa e mais fácil de entender do que se as informações fossem apresentadas em uma tabela composta apenas por números brutos, como demonstrado na figura 4.
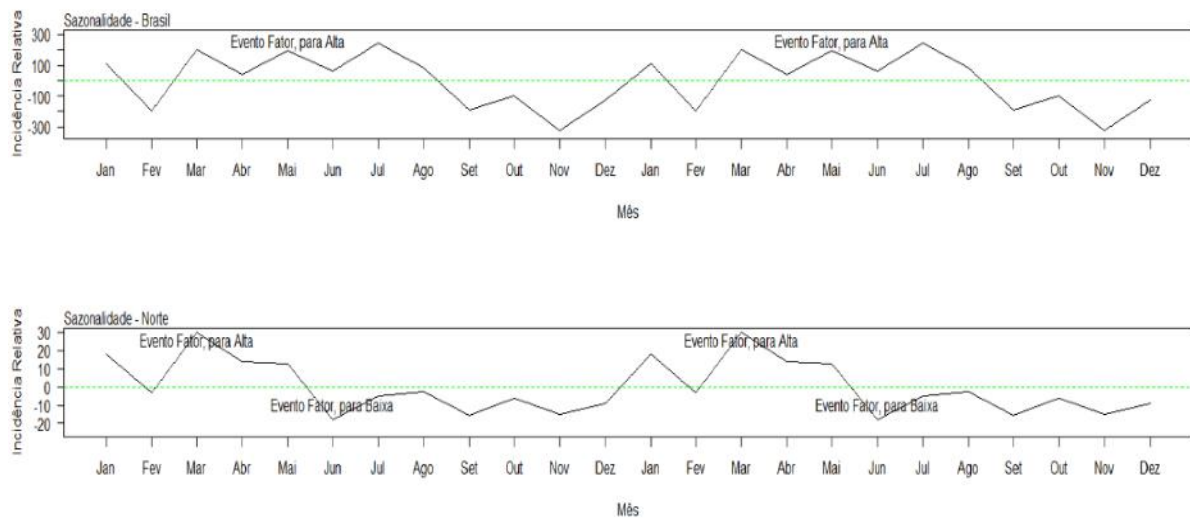
Figura 4 – Variações sazonais de mortalidade por doenças infecciosas no Brasil e na Região Norte, no período de janeiro de 1996 a dezembro de 2020.

IV. DISCUSSÃO

A análise de séries temporais em epidemiologia almeja, através da modelagem do fenômeno, compreender o comportamento deste fenômeno ao longo do tempo, fazer estimativas e avaliar os fatores que influenciam no comportamento do fenômeno [11]. Entre as técnicas estatísticas disponíveis para realização da análise de séries temporais, a decomposição de uma série temporal é um dos métodos mais simples para trabalhar dados brutos de determinado fenômeno [1,2].

Estudos recentes demonstram a utilização do RStudio para análise de séries temporais, aplicando a decomposição para identificar tendência e sazonalidade em dados brutos ou padronizados [12,13,14]. A decomposição de séries temporais foi utilizada para trabalhar com dados secundários do sistema penitenciário brasileiro a fim de verificar o impacto e a tendência da COVID-19 entre indivíduos privados de liberdade (14); outro estudo, também sobre COVID-19, porém entre profissionais da saúde, a partir da decomposição da série temporal, identificou tendência de crescimento progressivo de casos e mortes em todas as macrorregiões do Brasil [12]. Outro estudo realizado no Brasil buscou identificar a tendência da hanseníase em cenário de baixa endemicidade no estado de São Paulo, e através da decomposição da série temporal, observou uma tendência crescente de 1% ao mês [13].

Este artigo usou como fonte de dados para demonstrar a decomposição de séries temporais os dados de mortalidade por doenças infecciosas do Brasil e da região Norte nos últimos 25 anos., dentre os achados da decomposição das series temporais, vale ressaltar o componente sazonalidade que se destacou ao final da análise dos dados, observando-se uma maior ocorrência de óbitos na região norte nos meses de março, abril e maio, enquanto no Brasil como um todo, esse período se expande até os meses de agosto, entretanto, o objetivo deste estudo não é se aprofundar nos resultados obtidos da decomposição, e sim demonstrar a aplicabilidade do método utilizando um software livre e gratuito.

Estudos mais aprofundados devem ser realizados para identificar uma possível causalidade para o aumento de óbitos em determinados meses. Para tanto, a análise pode incluir outras variáveis, como dados socioeconômicos das populações estudadas, estações do ano, variação climática, nível de acesso aos serviços de saúde e saneamento básico, principais doenças endêmicas nas regiões e possível comportamento sazonal, entre outros [2].

V. CONCLUSÃO

Realizar modelagem de séries temporais possibilita entender o comportamento de determinados eventos no tempo e de que forma esse evento interfere na saúde da população em estudo. Essa ação pode ser simplificada com a utilização de um software gratuito, para decomposição de series temporais utilizando a Linguagem R. Resultados como apresentação gráfica dos componentes de uma série temporal, realizadas em poucas etapas mostra como é

relevante, a utilização do RStudio, para esse fim. Onde foi possível observar as tendências e variações sazonais nas séries propostas, gerando um produto direto e de fácil compreensão ao leitor e pesquisador.

Com a utilização do RStudio foi possível analisar e decompor um grande volume de dados para construir uma série temporal de 25 anos, subdivididas em períodos mensais. Possibilitando a customização dos elementos gráficos e sua plotagem.

A decomposição de series temporais em epidemiologia podem fornecer subsídios para elaboração de estratégias direcionadas e especificas para determinadas populações levando em consideração o comportamento dos fenômenos, sua tendência e possível sazonalidade, sendo uma ferramenta estratégica em saúde pública para a aumentar as alternativas para a tomada de decisões.

REFERÊNCIAS

[1] Antunes JLF, Cardoso MRA. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. Epidemiol. Serv. Saúde [Internet]. 2015 [Acesso em 12 Abr. 2022]; 24(3):565-576. Disponível em: https://doi.org/10.5123/S1679-49742015000300024

[2] Donatelli RE, Park JA, Mathews SM, Lee SJ. Time series analysis. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. [Internet]. 2022 [Acesso em 12 Abr. 2022]; 161(4):605-608. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.07.013

[3] Silva ABS, Araujo ACM, Frias PG, Vilela MBR, Bonfim CV. Auto-Regressive Integrated Moving Average Model (ARIMA): conceptual and methodological aspects and applicability in infant mortality. Rev. Bras. Saúde Mater. Infant. [Internet]. 2021 [Acesso em 12 Abr. 2022]; 21(2):647-656. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-93042021000200016

[4] Morettin PA, Toloi CM. Análise de Séries Temporais. 3 ed. São Paulo: Blucher; 2018.

[5] Nyoni SP, Nyoni T. Modeling and forecasting Infant deaths in Zimbabwe using ARIMA Models. JournalNX [Internet]. 2021 Fev 1 [Acesso em 13 Abr. 2022]; 6(07):142-51. Disponível em: https://repo.journalnx.com/index.php/nx/article/view/1052

[6] Coghlan A. A little book of R for time series. [Internet] Published under Creative Commons Attribution; 2018 set 10 [Acesso em 13 Abr. 2022]. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/pdf/Bookshelf_NBK7256.pdf

[7] Hyndman RJ, Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. Melbourne, Australia: OTexts; 2018. 505 p.

[8] IBM. SPSS Statistics. Precificação. [Internet]. 2022. [Acesso em 13 abr. 2022]. Disponível em: https://www.ibm.com/br-pt/products/spss-statistics/pricing

[9] Minitab. Minitab® Statistical Software. Preço. [Internet]. 2022. [Acesso em 13 abr. 2022]. Disponível em: https://www.minitab.com/pt-br/pricing/minitab-subscription-options/

[10] R-project. The R Project for Statistical Computing. [Internet]. 2022. [Acesso em 13 abr. 2022]. Disponível em: https://www.r-project.org/

[11] Galvão AB. Uma ferramenta colaborativa para a análise de dados na Saúde Pública: aplicação no estudo de séries temporais para o Projeto Sífilis Não. [Dissertação]. [Rio Grande do Norte]: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2019. 61 p.

[12] Alves LS, Ramos ACV, Crispim JA, Martoreli Júnior JF, Santos MS, Berra TZ, et al. Magnitude e severidade da covid-19 entre profissionais de enfermagem no Brasil. Cogitare enferm. [Internet]. 2020 [acesso em 18 abr. 2022]; 25. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5380/ce.v25i0.74537

[13] Ramos ACV, Martoreli Júnior JF, Berra TZ, Alves YM, Barbosa TP, Scholze AR, et al. Evolução temporal e distribuição espacial da hanseníase em município de baixa endemicidade em São Paulo. Epidemiol. Serv. Saude. [preprint]. 2022 [Acesso em 19 abr 2022]. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1679-49742022000100018

[14] Crispim JDA, Ramos ACV, Berra TZ, Santos MSD, Santos FLD, Alves LS, et al. Impacto e tendência da COVID-19 no sistema penitenciário do Brasil: um estudo ecológico. Ciênc. Saúde Colet. [Internet]. 2021 [Acesso em 17 abr. 2022]; 26(1):169-178. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-81232020261.38442020